

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 86111249.8

51 Int. Cl. 4: **H04J 13/00**, **H04B 1/66**,
H04Q 7/04

22 Anmeldetag: 14.08.86

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.03.88 Patentblatt 88/09

64 Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

71 Anmelder: **Standard Elektrik Lorenz**
Aktiengesellschaft
Lorenzstrasse 10
D-7000 Stuttgart 40(DE)

72 Erfinder: **Langewellpott, Ulrich, Dr.**
Sulzgrieser Steige 23/5
D-7300 Esslingen(DE)

74 Vertreter: **Graf, Georg Hugo, Dipl.-Ing. et al**
Standard Elektrik Lorenz AG Patent- und
Lizenzwesen Postfach 30 09 29
D-7000 Stuttgart 30(DE)

54 **Digitales Zellenfunksystem.**

57 Es sind ein digitales Zellenfunksystem und ein Empfänger dafür beschrieben, bei dem die Nachrichtenübertragung im Zeitmultiplex mit Vielfachzugriff erfolgt. In jedem Zeitschlitz werden eine Synchronisationspräambel und ein Informationsteil übertragen, der durch einen orthogonalen Zeichensatz bandgespreizt ist. Zur Unterdrückung von Gleichkanalstörungen, die aufgrund der Verwendung desselben Zeitschlitzes und derselben Trägerfrequenz in benachbarten Zellen auftreten, werden in benachbarten Zellen unterschiedliche Synchronisationspräambeln verwendet. Ferner ist der Informationsteil mit einer Pseudo-Noise-Folge überlagert, die aus der jeweils verwendeten Synchronisationspräambel gebildet sein kann.

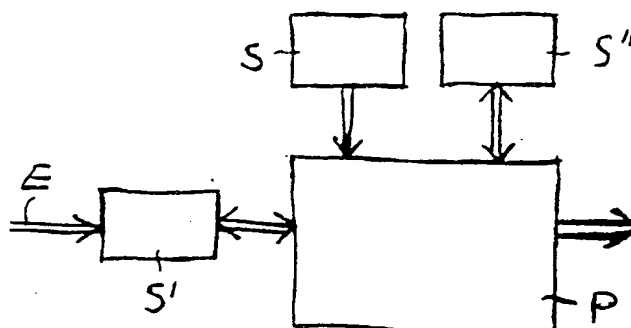


Fig.

EP 0 257 110 A1

By Express Mail
 No. EL 727707794 US

Digitales Zellenfunksystem

Die Erfindung bezieht sich auf ein digitales Zellenfunksystem gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Aus der DE-OS 34 03 715 ist ein digitales Zellenfunksystem mit beweglichen Sende/Empfangsstationen bekannt, bei dem die Funkübertragung im Zeitmultiplexverfahren erfolgt. Jeder in einem Zeitschlitz übertragenen digitalen Nachricht ist eine Synchronisationspräambel mit guten Autokorrelationseigenschaften vorangestellt. Ferner ist die Nachricht durch jeweils einen orthogonalen Zeichensatz gespreizt. Benachbarte Zellen verwenden unterschiedliche Synchronisationspräambeln und unterschiedliche Zeichensätze, die in jedem Empfänger gespeichert sein müssen und einen entsprechend großen Speicher benötigen.

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein digitales Zellenfunksystem und einen Empfänger dafür anzugeben, dessen Signalverarbeitung bei kleinem Speicherbedarf eine gute Zellentrennung ermöglicht.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt mit den im Hauptanspruch genannten Mitteln. Vorteilhafte Weiterbildungen sowie ein Empfänger für ein derartiges System sind in den Unteransprüchen enthalten.

Beim neuen digitalen Zellenfunksystem erfolgt die Unterdrückung von Gleichkanalstörungen, die aufgrund der Verwendung desselben Zeitschlitzes und derselben Trägerfrequenz in benachbarten Zellen auftreten, durch zwei Maßnahmen, nämlich durch die Verwendung unterschiedlicher Synchronisationspräambeln und durch Überlagerung des Informationsteils des Übertragungssignals mit einer Pseudo-Noise-Folge. Dadurch ist es nicht mehr erforderlich, zur Spreizung der Nachricht unterschiedliche (mindestens vier) orthogonale Zeichensätze zu verwenden, und es ergeben sich nun vorteilhafterweise statistische Korrelationseigenschaften bei der Zeichenkorrelation. Die Pseudo-Noise-Folge muß so lang sein, daß sie sich über mehrere Zeichen erstreckt. Jeder Empfänger bzw. Sender enthält einen Speicher S, in dem der einzige Zeichensatz, zumindest die Hauptteile der zu verwendenden Synchronisationspräambeln und die Pseudo-Noise-Folge abgespeichert sind.

Jede Synchronisationspräambel besteht aus einem Vorlauf, dem Hauptteil und einem Nachlauf, wobei der Vorlauf dieselbe Bitfolge enthält wie die zweite Hälfte des Hauptteils und der Nachlauf dieselbe Bitfolge aufweist wie die erste Hälfte des Hauptteils.

In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel sind zumindest die Hauptteile von sechs unterschiedlichen Synchronisationspräambeln mit je 127 chip und 32 unterschiedliche Zeichencodes mit je 32 bit abgespeichert. Als Pseudo-Noise-Folge ist der Hauptteil der in der jeweils betrachteten Zelle benutzten Synchronisationspräambel gewählt, dem ein 128. chip hinzugefügt ist.

Zwei Beispiele für Signalverarbeitungsverfahren in einem Empfänger für dieses Zellenfunksystem werden nachfolgend anhand der einzigen Figur erläutert.

Der Empfänger enthält einen ersten Speicher S', in dem das in einem Zeitschlitz empfangene, auf die Zwischenfrequenz Null umgesetzte, abgetastete, digitalisierte Empfangssignal E gespeichert ist, einen zweiten Speicher S, in dem die Synchronisationspräambeln oder deren Hauptteile und der Zeichensatz gespeichert sind, einen Prozessor P, der auch eine Korrelatorfunktion wahrnimmt, und einen dritten Speicher S'' zur Speicherung der Korrelationsergebnisse. Die Speicher S, S', S'' sind mit dem Prozessor P verbunden.

Beim ersten Verfahren wird im ersten Schritt die Synchronisationspräambel SP_E des Empfangssignals E mit der im Speicher S gespeicherten Synchronisationspräambel SP korreliert. Als Ergebnis erhält man die Kanalimpulsantwort der Übertragungsstrecke Sender-Funkkanal-Analogteil des Empfängers und eine komplexe Zahl Z, die die Lage des betragsmäßig größten Anteils der Synchronisationspräambel im Empfangssignal E kennzeichnet. Beide Ergebnisse werden im Speicher S'' gespeichert.

Im zweiten Schritt wird der Nachlauf N der Synchronisationspräambel SP_E mit der Kanalimpulsantwort korreliert (Matched-Filter-Konzept). Dadurch erhält man einen Nachlauf N', der von vielen auf der Übertragungsstrecke hinzugekommenen Stör- und Interferenzsignalen befreit ist. Er wird ebenfalls im Speicher S'' gespeichert.

Im dritten Schritt wird der Nachlauf N' mit dem im Speicher S befindlichen Nachlauf der Synchronisationspräambel SP korreliert. Im Idealfall stimmen beide Nachläufe überein, in der Realität sind sie jedoch unterschiedlich. Aus der Abweichung des erhaltenen Korrelationsergebnisses zum ideal möglichen und der komplexen Zahl Z wird durch den Prozessor ein mittlerer Winkelfehler pro Abtastwert des Empfangssignals E ermittelt, der beispielsweise auf Frequenzschwankungen des Empfänger-oszillators oder Dopplereffekte bei bewegten Sendern und Empfängern zurückzuführen ist.

Im vierten Schritt wird das im Speicher S' enthaltene Empfangssignal E durch den Prozessor P entsprechend dem im dritten Schritt ermittelten Winkelfehler modifiziert.

Im fünften Schritt wird der Informationsteil des modifizierten Empfangssignals mit der Kanalimpulsantwort korreliert (Matched-Filter-Konzept) und im Speicher S' gespeichert.

Im sechsten Schritt wird der derart gefilterte Informationsteil von der Pseudo-Noise-Folge befreit, indem ihm noch einmal die Pseudo-Noise-Folge überlagert wird, und im Speicher S' gespeichert.

Im siebenten Schritt wird der Informationsteil des im Speicher S' enthaltenen Empfangssignals Zeichen für Zeichen mit allen Zeichen des im Speicher S gespeicherten Zeichensatzes korreliert, und aus der Vielzahl der Korrelationsergebnisse das größte ausgewählt, dem unter Berücksichtigung seines Vorzeichens eindeutig ein Zeichen zugeordnet wird, das einer in der Figur nicht dargestellten Einrichtung zur Signalauswertung, die insbesondere einen Decodierer und D/A-Wandler zur Rückgewinnung des Sprachsignals enthält, zugeführt ist.

Zur Verbesserung der Zeichenkorrelation kann in einem weiteren Schritt analog dem im dritten Schritt beschriebenen Verfahren, aus der Abweichung des bei einem Zeichen enthaltenen Korrelationsergebnisses zum ideal möglichen ein Korrekturwert ermittelt werden, der bei der Korrelation des nächstens Zeichens zu dessen Winkelkorrektur heranziehbar ist.

Besonders vorteilhaft ist es zwischen dem vierten und fünften Schritt als zusätzlichen Schritt die Kanalimpulsantwort durch eine verbesserte Kanalimpulsantwort zu ersetzen, die durch Korrelation der Synchronisationspräambel des modifizierten Empfangssignals, mit der im Speicher S gespeicherten Synchronisationspräambel SP ermittelt ist.

Beim zweiten Verfahren wird in einem ersten Schritt das im Speicher S' enthaltene Empfangssignal E durch den Prozessor P um den bei der Verarbeitung des Empfangssignals des vorhergehenden Zeitschlitzes gewonnenen mittleren Winkelfehler pro Abtastwert modifiziert.

In einem zweiten Schritt wird, wie oben beschrieben, die Kanalimpulsantwort ermittelt.

In einem dritten Schritt wird das modifizierte Empfangssignal mit der Kanalimpulsantwort korreliert. Man erhält dadurch einen gefilterten Nachlauf N', der in einem vierten Schritt wie oben beschrieben zur Ermittlung des mittleren Winkelfehlers pro Abtastwert herangezogen wird, und einen gefilterten Informationsteil, der in einem fünften Schritt wie oben beschrieben von der Pseudo-Noise-Folge befreit wird.

In einem sechsten Schritt erfolgt wie oben beschrieben die Zeichenkorrelation, die ebenfalls wie oben beschrieben durch Winkelkorrektur der empfangenen Zeichen verbessert sein kann.

Bei beiden Verfahren ist es vorteilhaft, bei den Korrelationen mit der Kanalimpulsantwort nur die Beiträge der Kanalimpulsantwort zu berücksichtigen, die über einem bestimmten Schwellwert liegen. Der Grund hierfür ist, daß das Matched-Filter-Konzept nur bezüglich des Einflusses von weißem Rauschen, nicht jedoch bei Nachbarzeicheninterferenzen optimal ist. Der günstigste Schwellwert liegt 12 dB unter dem Maximum der Kanalimpulsantwort.

Ansprüche

1. Digitales Zellenfunksystem mit mehreren Sende/Empfangsstationen, bei dem der Funkverkehr im Zeitmultiplex mit Vielfachzugriff und Spreizspektrumstechnik erfolgt, wobei in jedem Zeitschlitz der Zeitmultiplexübertragung das Übertragungssignal einen Informationsteil und eine diesem vorangestellte Synchronisationspräambel enthält, und bei dem benachbarte Zellen unterschiedliche Synchronisationspräambeln verwenden, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Informationsteil in allen Zellen mit demselben Zeichensatz gespreizt ist und daß dem Informationsteil eine Pseudo-Noise-Folge überlagert ist.

2. Digitales Zellenfunksystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Synchronisationspräambel nacheinander angeordnet aus der zweiten Hälfte eines Hauptteils (Vorlauf), dem Hauptteil und der ersten Hälfte des Hauptteils (Nachlauf) besteht.

3. Digitales Zellenfunksystem nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Pseudo-Noise-Folge aus dem Hauptteil der jeweiligen Synchronisationspräambel gebildet ist.

4. Empfänger für ein digitales Zellenfunksystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß er einen Speicher enthält, in dem zumindest die Hauptteile aller benötigten Synchronisationspräambeln und der Zeichensatz gespeichert sind.

5. Empfänger nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß in einem ersten Schritt aus dem auf die Zwischenfrequenz Null umgesetzten digitalisierten Empfangssignal durch Korrelation mit der gespeicherten Synchronisationspräambel die Kanalimpulsantwort des Übertragungskanal und eine erste komplexe Zahl gewonnen wird, die die Lage der Synchronisationspräambel innerhalb des Zeitschlitzes angibt, daß in einem zweiten Schritt durch Korrelation des Nachlaufs mit der Kanalimpulsantwort ein Nachlaufsignal gewonnen wird, daß in ein-

em dritten Schritt durch Korrelation des Nachlaufsignals mit dem gespeicherten Nachlauf eine zweite komplexe Zahl ermittelt wird, die zusammen mit der ersten komplexen Zahl zur Berechnung eines Winkelfehlers pro Abtastwert verwendet ist.

5

6. Empfänger nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß in einem weiteren Schritt mit dem berechneten Wert des Winkelfehlers eine Winkelkorrektur des digitalisierten Empfangssignals durchgeführt ist, daß in weiteren Schritten aus dem korrigierten Empfangssignal durch Korrelation mit der gespeicherten Synchronisationspräambel eine verbesserte Kanalimpulsantwort gewonnen wird, diese mit dem Informationsteil des korrigierten Empfangssignals korreliert wird, und danach jedes Zeichen des Informationsteils mit jedem Zeichen des gespeicherten Zeichensatzes korreliert wird.

10

15

7. Empfänger nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem ersten Schritt mit dem von dem vorhergehenden Zeitschlitz bekannten Winkelfehler eine Winkelkorrektur des digitalisierten Empfangssignals durchgeführt wird, daß beim zweiten Schritt zusätzlich auch der Informationsteil mit der Kanalimpulsantwort korreliert wird und daß nach dem dritten Schritt jedes Zeichen des Informationsteils mit jedem Zeichen des Zeichensatzes korreliert wird.

20

25

8. Empfänger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß vor der Zeichenkorrelation der Informationsteil von der Pseudo-Noise-Folge befreit wird, indem ihm noch einmal die Pseudo-Noise-Folge überlagert wird.

30

9. Empfänger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei Korrelationen mit der Kanalimpulsantwort (Matched-Filter-Konzept) nur die Anteile der Kanalimpulsantwort berücksichtigt werden, die betragsmäßig über einem bestimmten Wert liegen.

35

10. Empfänger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in einem zusätzlichen Schritt bei der Korrelation der Zeichen des Informationsteils mit dem gespeicherten Zeichensatz ein Korrekturwert ermittelt wird, mit dem vor der Korrelation des folgenden Zeichens eine Winkelkorrektur des folgenden Zeichens durchgeführt wird.

40

45

50

55

4

H. Langewellpott 8

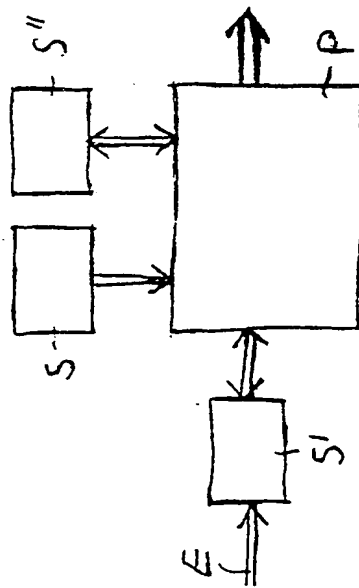


FIG.



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 86 11 1249

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
A	GB-A-2 125 654 (HAZELTINE) * Seite 1, Zeilen 87-98, und Zeile 124 - Seite 2, Zeile 9 *	1	H 04 J 13/00 H 04 B 1/66 H 04 Q 7/04
A	EP-A-O 151 280 (LICENTIA) * Zusammenfassung * & DE-A-3 403 715 (Kat. D,A) -----	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4)
			H 04 J H 04 B H 04 Q H 04 K
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 08-04-1987	Prüfer VERSLYPE J.P.
<div>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</div> <div>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mchtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</div> <div>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, überein- stimmendes Dokument</div>			

EPA Form 1503 03 82